

## PENGARUH VARIASI *SHOT PEENING* AISI 304 TERHADAP PERAMBATAN RETAK FATIK

SambodoArif Wibowo<sup>1</sup>  
[samy4979@yahoo.co.id](mailto:samy4979@yahoo.co.id)  
Universitas Gadjah Mada

Priyo Triiswanto<sup>2</sup>  
[priyotri@ugm.ac.id](mailto:priyotri@ugm.ac.id)  
Universitas Gadjah Mada

Triwibowo<sup>3</sup>  
[triwibowo@yahoo.com](mailto:triwibowo@yahoo.com)  
B2TKS - BPPT

### ABSTRAK

Banyaknya kasus patahnya struktur penyambung tulang membuat para peneliti dan perekayasa melakukan kajian dan riset, dimana hasil kajian menunjukkan retak fatik dan korosi adalah penyebab utama kegagalan material *implant*. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab salah satu penyebab kegagalan karena retak fatik, yaitu dengan *surface treatment (shot peening)*. Pengaruh variasi almen dalam *shot peening* pada perilaku perambatan retak fatik material *stainless steel austenitic (AISI 304)* telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa almen 0,6 mempunyai karakteristik perambatan retak fatik  $C = 7E-12$  &  $n = 4,0946$ , almen 0,8  $C = 1E-16$  &  $n = 8,3773$ , almen 0,10  $C = 6E-15$  &  $n = 6,3266$ , *non-treatment*  $C = 7E-12$  &  $n = 4,9425$ . Dari hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa semakin tinggi (jangansampai over shot peening) variasi almen ternyata memperpendek umur fatik.

**Kata Kunci:** *shot peening*, konstanta Paris, AISI 304, perambatan retak fatik

### I. Pendahuluan

*Implant* merupakan salah satu alat bantu bagi manusia untuk menyambung tulang patah seperti sekrup dan tulang, plat tulang, *nail plate*, *total hip prosthesis* sesuai fungsi dan kebutuhannya masing-masing. Selain harus mampu beradaptasi dengan lingkungannya (cairandarah), juga harus mampu menahan dan menransmisikan beban secara merata sampai proses penyembuhan selesai. Besarnya beban yang dipikul adalah tergantung pada beberapa aspek, diantaranya adalah aktifitas pasien, jenis aktifitas dan rutinitasnya. Semakin tinggi ketiga faktor tadi semakin tinggi pula tingkat kegagalannya. Material yang sering digunakan adalah baja *austenitic AISI 304*.

*Shot peening* adalah proses pengerjaan dingin yang mana suatu komponen/struktur ditembak bola baja, dimana setiap tembakan dari bola baja menyebabkan tegangan sisa tekan dan lekukan kecil pada permukaan mengakibatkan lapisan tipis yang terdeformasi plastis.

### II. Metodologi Penelitian

Material yang digunakan adalah tipe 304 *austenitic stainless steel* dengan komposisi kimia seperti ditunjukan pada tabel 1 dan dimensi spesimen sesuai ASTM E 647 seperti ditunjukan dalam Gambar 1. *Shot peening* dilakukan di PT. Dirgantara Indonesia, yang

meliputi perlakuan variasi almen *shot peening* yaitu almen 6, 8, 10 dan *non-treatment*, dengan diameter bola baja 0,028 inch, sudut tembak relatif (tergantung pergerakan tangan), jarak tembak 100 – 150 mm, tekanan udara 3 bar, *shot flow* 5kg/5detik, dimana bagian yang di *shot peening* adalah kedua sisi permukaan specimen hanya pada daerah perambatan retak saja, karakterisasi material diantaranya uji komposisi kimia dan uji tarik. Untuk mengetahui degradasi material atau peningkatan material dilakukan pengamatan visual dan uji struktur mikro dengan metoda etsa, diambil pada daerah sisi tebal dari specimen, serta pengujian kekerasan dengan metoda mikrovickers diambil dari pinggir (permukaan) ketengah (dari sisi tebal specimen) dengan jarak 100  $\mu m$  untuk jarak setiap titiknya, *load time* 15s, *load* 100g, diambil 11 titik untuk setiap specimen, [3], [5], [6].

Pengujian laju perambatan fatik dilakukan berdasarkan ASTM E 647 dengan mesin *servo pulser*, frekuensi 5 -15 Hz,  $R = 0,3$  serta konstanta Paris didapatkan dengan persamaan Paris sebagai berikut, [1], [2], [4], [7].

$$\frac{da}{dN} = C \Delta K^n \quad (1)$$

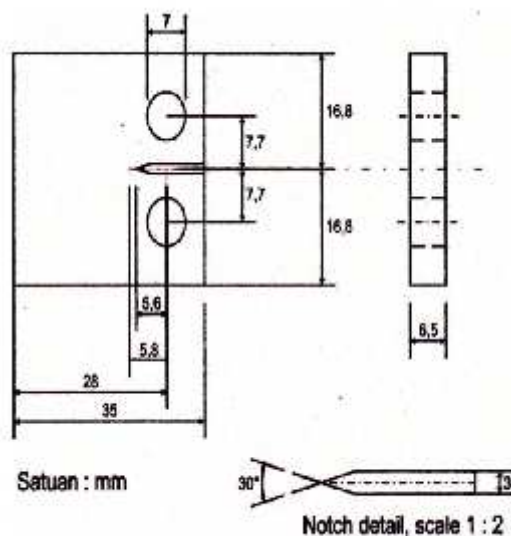
### III. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian komposisi kimia terlihat unsur Cr > 16%, Ni > 3,5%, ada Mn, hal ini menunjukkan bahwa material ini adalah sesuai literatur AISI 304, [6].

Tabel 1. Komposisi Kimia AISI 304

Unsur	%
Carbon	0,08
Manganese	2,0
Sulfur	0,03
Silicon	0,75
Chrome	18
Sulfur	0,03
Phosphorus	0,45

Gambar 1 memperlihatkan dimensi specimen uji perambatan retak fatik berdasarkan ASTM E 647, dimana specimen dibuat dengan mesin EDM,[7].

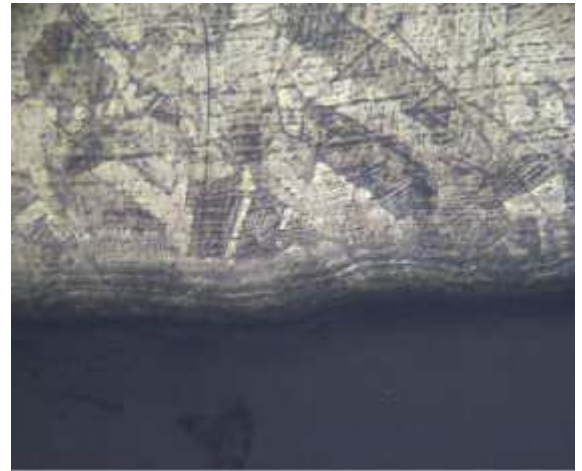


Gambar 1. Spesimen Uji

Gambar 2 menunjukkan struktur mikro dengan mikroskop optik untuk setiap variasi perlakuan almen *shot peening*, di sini terlihat terbentuk lapisan tipis yang berpolarisasi garis bergelombang pada permukaannya, kemudian semakin ketengah strukturnya normal dengan fasa *austenite*, [6].



Gambar 2a. Almen 6, Perbesaran 50x



Gambar 2b. Almen 8, Perbesaran 100x



Gambar 2c. Almen 10, Perbesaran 50x

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian tarik tiga (3) specimen terlihat tidak ada hasil yang signifikan berbeda, dimana hal ini menunjukkan material ini memiliki kekuatan yang hampir sama (homogen), [5].

Tabel 2. Hasil Uji Tarik AISI 304

Material	$\sigma_y$ (MPa)	$\sigma_u$ (MPa)	$\epsilon$ (%)
304	325,62	586,78	51,2

Tabel 3 menunjukkan hasil uji kekerasan untuk tiap almen *shot peening*, disini terlihat terjadi peningkatan kekerasan di permukaan akibat *shot peening*, [5].

Tabel 3. Hasil Uji MikroVikers ( $\text{kg/mm}^2$ )

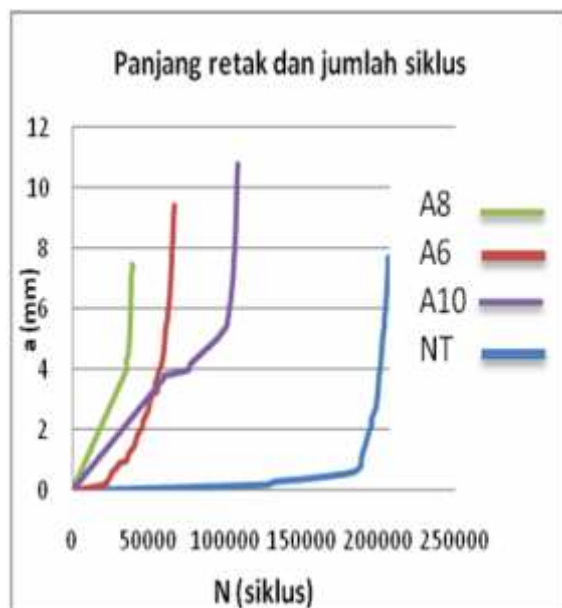
No	Almen 6	Almen 8	Almen 10
1	305.123658 2	345.945542 5	335.717519 2
2	274.260355	310.135872	320.538033

		6	6
3	274.260355	282.897949	290.795020
		2	1

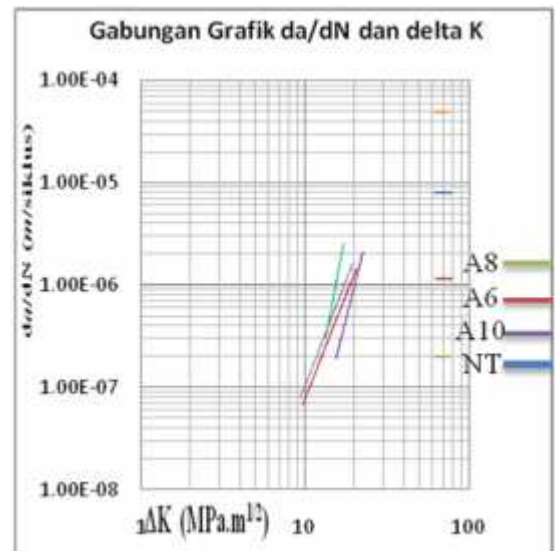
Tabel 3.Lanjutan

4	228.254847	252.447542	228.254847
	6	9	6
5	213.042229	238.177824	198.000768
	2	9	9
6	215.960582	198.000768	181.054687
	9	9	5
7	213.042229	173.386078	181.054687
	2	6	5
8	198.000768	159.441353	181.054687
	9	3	5
9	192.924037	151.346938	181.054687
	5	8	5
10	170.247933	151.346938	181.054687
	9	8	5
11	157.587399	149.207786	192.924037
	8	3	5

Gambar grafik 2 menunjukkan hasil pengujian perambatan retak fatik untuk tiap variasi *shot peening* untuk almen 8 (A8) memiliki umur yang paling pendek yaitu sekitar 50000 siklus, diikuti almen 6 (A6) sekitar 80000 siklus, kemudian almen 10 (A10) sekitar 108000 siklus dan yang paling banyak siklusnya adalah justru *non-treatment* (NT) yaitu sekitar 208000 siklus, [8], [9].



Gambar 2. Grafik Panjang Retak dan Siklus Dengan Variasi Beban



Gambar 3. Grafik Hubungan  $da/dN$  dan  $\Delta K$

Dari hasil perhitungan dengan metoda *polynomial incremental* sesuai dengan ASTM E 647 di dapatkan persamaan garis lurus  $y$  (daerah II) seperti ditunjukkan dalam Gambar 3 diatas serta konstanta Paris C dan  $n$  sebagai berikut, [7],[8], [9]

Almen 6  $y = 7E-12x^{4.0946}$

Almen 8  $y = 1E-16x^{8.3773}$

Almen 10  $y = 6E-15x^{6.3266}$

Non-treatment  $y = 7E-12x^{4.9425}$

Tabel 4.Konstanta Paris

No	Almen	C	n
1	Almen 6	7E-12	4,0946
2	Almen 8	1E-16	8,3773
3	Almen 10	6E-15	6,3266
4	Non-treatment	7E-12	4,9425

#### IV. Kesimpulan

Efek *shot peening* yang dihasilkan dalam penelitian ini ternyata tidak menambah umur dari material tetapi malah sebaliknya, dikarenakan mungkin *over shot peening* (waktu terlalu lama), sehingga kedepan mungkin penelitian ini bias dijadikan referensi dalam melakukan *shot peening*.

#### V. Referensi

- [1] Bannantine, J.A., Comer, J.J. 1990. *Fundamentals of Metal Fatigue Analysis*. Prentice-Hall Inc – New Jersey.

- [2] Delarios, E.R., Walley, A., Milan, M.T, Hammersley, G. 1995. Fatigue Crack Initiation and Propagation on Shot Peened in AISI 316L. *Elsevier International Journal of Fatigue*.17 (7): 439-499.
- [3] Sibilia, J.P. 1988. *A Guide to Materials Characterization and Chemical Analysis*. VCH Publiser, Inc. New York.
- [4] Teoh, S.H. 200., Fatigue of Biomaterials. *Elsevier International Journal of Fatigue*.823-837.
- [5] \_\_\_\_\_.1994. *Surface Engineerin.*, Volume 5. ASM Metal Handbook – USA.
- [6] \_\_\_\_\_.1996. *Fatigue and Fracture*.Volume 19.ASM Metal Handbook – USA.
- [7] \_\_\_\_\_. 2000. *Mechanical Testing and Evaluation*.Volume 8.ASM Metal Handbook – USA.
- [8] \_\_\_\_\_. 2003.*Fatigue Crack Growth Rate*.ASTM E 647.
- [9] \_\_\_\_\_. 2005. *Fatigue Crack Growth Testing*.ASTM E 647.